林业科学研究 2002,15(4):421 426
Forest Research

文章编号: 1001-1498(2002)04-0421-06

不同营养元素的施肥处理对马尾松近熟林木材基本性质的影响*

姜笑梅[1], 骆秀琴[1], 殷亚方[1], 李贻铨[2], 汪炳根[3]
(1. 中国林业科学研究院木材工业研究所, 北京 100091; 2. 中国林业科学研究院林业研究所, 北京 100091;
3. 中国林业科学研究院热带林业实验中心, 广西 凭祥 532600)

摘要: 研究了4种不同营养元素的施肥处理对马尾松近熟林木材基本性质的影响。结果表明,在不同施肥处理后的同一年中,N、P、K、NPK施肥处理对木材管胞长、宽及基本密度的影响不同,同一施肥处理在不同年度中,对上述性质的影响亦异,总之,无明显变化规律。方差分析表明4个施肥处理与无施肥处理的管胞长、宽及基本密度差异均不显著,生长轮宽度与管胞形态和基本密度都不显著相关。

关键词: 马尾松近熟林;施肥;木材基本性质
中图分类号: S781 S725.5 **文献标识码**:A

马尾松(*Pinus massoniana* Lamb.)生长快、适应性强、用途广泛、经济价值高,是我国南方主要人工用材林树种之一。施肥技术是人工林速生丰产的营林措施之一,有些研究[1,2]均已表明施肥对人工林的丰产效应。据国外报道,林木主伐前数年施肥,可获得较好的经济效益,但国内对近熟林施肥研究很少,"八五"期间汪炳根等[1]对马尾松近熟林施肥技术和效益进行了研究,结果表明施肥既能促进林分的生长又能提高松脂产量,并有一定的经济效益。本文研究了不同营养元素的施肥处理对马尾松近熟林木材基本性质的影响,为马尾松施肥技术的应用提供理论依据。

1 试材与方法

1.1 试验林概况

试验林位于中国林业科学研究院热带林业实验中心茶陋林站,21°57′47″ 22°19′27″N, 106°39′50″ 106°59′30″E, 海拔200 m。1966年5月,用同一种源的1年生实生苗种植。初植密度为4 500株·hm^{-2},经1982、1987年两次间伐,林分密度为600株·hm^{-2}。土壤为泥质砂岩发育形成的砖红酸性红壤,pH值4.5 5.5,有机质25.9 g·kg^{-1},全N1.199 9 1.292 0 g·kg^{-1},全P 0.78 0.99 g·kg^{-1},全K 8.552 9.471 g·kg^{-1},速效P 3.12 4.13 mg·kg^{-1},质地粘重,土壤容重1.15 1.35 g·cm^{-3},土壤肥力属中等。

收稿日期: 2001-05-24
基金项目: 本文属"九五"国家科技攻关"工业用材林材质材性和功能性改良技术研究"(96-011-03-05)专题的部分研究内容
作者简介: 姜笑梅(1946-),女,黑龙江哈尔滨人,研究员.
*参加本研究实验工作的还有吴荷英、许明坤、徐飞丽、何建等,敬致谢忱.

1992 年 5 月初在上述试验林铺设施肥试验,采用完全随机区组设计,每区组 13 个处理,3 次重复,小区面积 400 m^2,同一区组内的立地条件基本一致。试验区经本底调查并进行卫生清理后,在林木的上坡部,树冠投影的边缘挖一长 100 cm、宽 15 cm、深 10 15 cm 的弧形沟,将肥料一次施入沟内,并复土。

1.2 试材与实验方法

本研究于 1997 年 12 月从试验林中选 4 个施肥处理 1 个对照,每个处理从 3 次重复中各选 2 株平均木,试材共 29 株,详情见表 1。样树伐倒后在胸径处各取圆盘 1 个,从髓心取木条 2 根,1 条为管胞形态参数测量的试样,另 1 条为基本密度测量的试样。然后在木条上从树皮向髓心方向,每隔一个生长轮取样,分早、晚材测管胞形态。管胞长度和宽度及木材基本密度的测定按常规方法进行[3]。

表 1 不同施肥处理试材的树高与胸径

试材组号	肥种	施肥量/ kg·hm^{-2}	树龄/ a	平均胸径/ cm	平均树高/ m
N1	N	150	32	27.6	21.6
P1	P_2O_5	150	32	25.5	22.3
K1	K_2O	150	32	27.1	20.3
NPK1	N, P_2O_5, K_2O	75 + 75 + 150	32	27.5	21.2
CK		无	32	25.6	21.3

注:N、P、K 肥分别选用含 N 46 %的尿素,含 P_2O_5 18 %的钙镁磷肥,含 K_2O 60 %的氯化钾。

2 结果与分析

2.1 施肥对马尾松近熟林木材管胞长度的影响

从图 1、2 可看出,施用不同营养元素的肥料后,在同一年中,对木材管胞长度的影响不同,同一施肥处理在不同年度中,对管胞长度的影响亦异。但早材与晚材的变化趋势相近。施肥后第 1 年,对管胞长度影响最大的处理是 P,早晚材管胞分别比 CK 长 19.00 %、12.03 %,其次为 N、NPK,分别比 CK 长 9.23 %(早材),1.70 %(晚材);8.02 %(早材),2.55 %(晚材),而 K 肥处理后的管胞比 CK 短 10.11 %(早材),9.32 %(晚材)。施肥后第 3 年与第 5 年,只有 P 处理的管胞比 CK 长,增幅为 5.75 % 10.59 %,其余均短于 CK,降幅为 1.33 % 10.76 %。从施肥

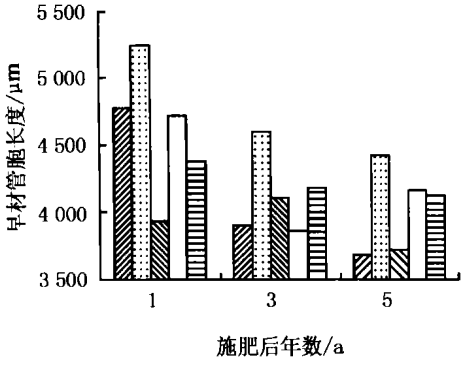

图 1 不同肥种施肥处理后早材管胞长度的变化

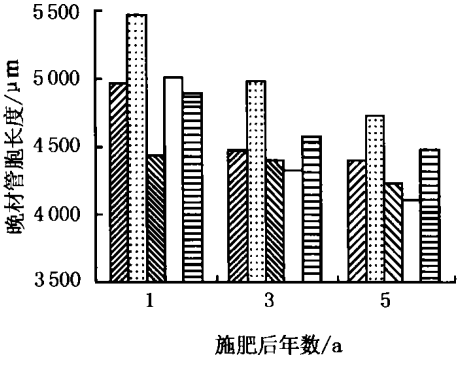

图 2 不同肥种施肥处理后晚材管胞长度的变化

N P K NPK CK

对管胞长度的影响来看,第 1 年优于第 3 年与第 5 年,肥效总体呈下降趋势。不同营养元素施肥处理后马尾松早材和晚材管胞长度的方差分析结果:F 值分别是 1.818 8、2.014 1,N、P、K、NPK 与 CK 之间管胞长度的差异不显著。汪炳根等关于马尾松近熟林施肥效应效益研究的结果表明(本研究所用试材的试验林与汪炳根研究所用试材来自同一试验林):在 4 a 的施肥试验中施肥仅对当年胸径、蓄积量有明显的促进作用,随后肥效逐年下降,此外,4 个施肥因素中 P 肥效应最佳。这一结论与本研究结果一致,说明 P 肥不仅可促进树木生长,也可使木材管胞增长。用不同配比的尿素、钙镁磷肥和氯化钾对杉木木材性质的影响研究[1]指出施肥处理后管胞长度略有降低,本研究结果与以上结果相反,但差异也未达显著水平。

2.2　施肥对马尾松近熟林木材管胞宽度的影响

从图 3、4 可看出,施用不同营养元素肥料后的同一年中,对木材管胞宽度影响不同,同一施肥处理在不同年度中,对管胞宽度影响亦异;但早材与晚材的变化趋势大体一致。施肥后第 1 年,对管胞宽度影响最大的处理是 P 肥,早晚材分别比 CK 宽 10.74 %、8.94 %,其次为 N、NPK,分别仅比 CK 宽 4.65 %(早材)、3.06 %(晚材);8.01 %(早材)、1.88 %(晚材),而 K 肥处理后的管胞比 CK 窄 17.47 % (早材)、8.00 %(晚材)。施肥后第 3 年,4 个施肥处理的管胞宽度均比 CK 窄,降幅为 0.16 %　10.19 %。第 5 年,只有 P 处理的早晚材管胞与 N 和 NPK 肥处理的早材管胞比 CK 宽,增幅为 0.17 %　3.89 %,其余均窄于 CK,降幅为 0.49 %　3.69 %。从施肥对管胞宽度的影响来看,第 1 年优于第 3、5 年,肥效总体呈下降趋势。对不同营养元素施肥处理后马尾松木材管胞宽度的方差分析表明,4 个施肥因素 N、P、K、NPK 与 CK 之间管胞宽度差异未达显著水平。施肥后木材管胞宽度的变化趋势与上述管胞长度的变化相近。与柴修武[1]报道的施肥对杉木管胞宽度的影响类似,即管胞宽度差异未达显著水平。但与罗建举[4]关于桉树施肥后管胞增宽,且差异显著的报道不同。

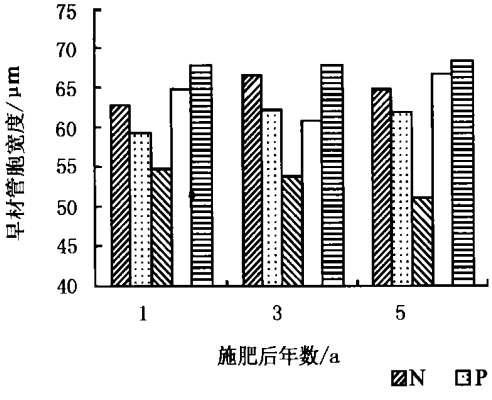

图 3　不同肥种施肥处理后早材管胞宽度的变化

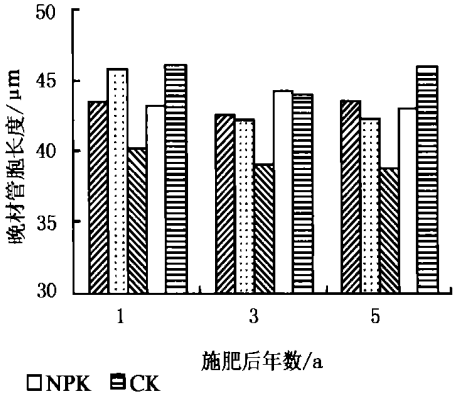

图 4　不同肥种施肥处理后晚材管胞宽度的变化

2.3　施肥对马尾松近熟林木材基本密度的影响

从图 5 可知,4 种施肥处理后在同一年中,对木材基本密度的影响不同;同一施肥处理在不同年度中,对其影响亦异,但变化无一定规律。施肥后第 1 年,N、P、K、NPK 肥处理的基本密度均低于 CK,分别降低 9.43 %、5.82 %、2.83 %和 3.14 %,其中 N 的影响最大。施肥后第 3 年只有 P 处理的基本密度比 CK 高 1.24 %,其余均低于 CK,降幅为 4.97 %　8.54 %。施肥后

第 5 年 ,与第 3 年的效应相反 ,只有 P 处理的基本密度比 CK 低 5.60 %, 其余均高于 CK,增幅为 0.35 % 7.71 %。从施肥对基本密度的影响来看 ,第 5 年优于第 3 年与第 1 年 ,肥效总体呈上升趋势。方差分析表明 4 个施肥因素 N、P、K、NPK 与 CK 之间的木材基本密度差异不显著。与关于施肥对杉木基本密度影响的报道相近[1] ,基本密度差异未达显著水平。但与桉树施肥后基本密度降低 ,且差异显著的报道[4]不同。

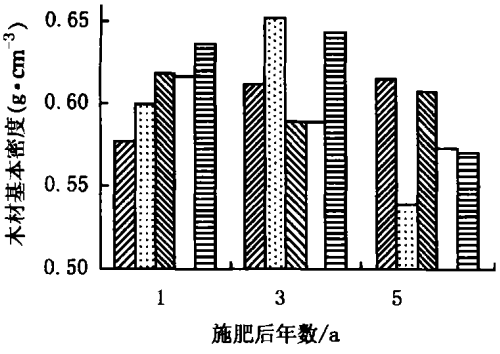

图 5 不同肥种施肥处理后木材基本密度的变化

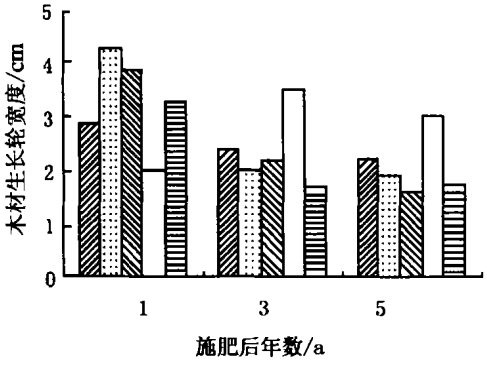

图 6 不同肥种施肥处理后木材生长轮宽度的变化

N P K NPK CK

2.4 施肥对马尾松近熟林木生长度的影响

从图 6 看出 4 种肥料处理后的同一年中 ,不同肥料对木材生长轮宽度的影响不同 ,同种肥料处理在不同年度中 ,其影响亦异 ,且变化无一定规律。施肥后第 1 年 ,N、NPK 肥处理的生长轮宽度窄于 CK, 分别窄 12.12 %、39.39 % ,但 P、K 处理后生长轮宽度比 CK 的宽 30.30 %和 18.18 % ,其中 NPK 的影响最大。施肥后第 3 年 , N、P、K、NPK 4 种处理的生长轮宽度均比 CK 的增大 ,分别为 41.18 %、17.64 %、29.41 %、105.89 %。N、P 施肥处理 4 a 后的高生长量分别比对照高 1.41 %、4.69 %;K、NPK 施肥处理 4 a 后的高生长量分别比对照降低 4.69 %、0.40 %;N、K、NPK 施肥处理 4 a 后的胸径生长量分别比对照高 7.81 %、5.86 %、7.42 %;P 施肥处理 4 a 后的胸径生长量比对照降低 0.04 %。施肥后第 5 年 ,只有 K 处理的生长轮宽度比 CK 小 5.88 %, 其余均大于 CK,增幅为 11.7 % 76.47 %。从施肥对生长速度的影响来看 ,第 3 年优于第 1 年与第 5 年。方差分析结果表明 4 个施肥处理 N、P、K、NPK 与 CK 之间的木材生长轮宽度差异不显著。

汪炳根[1]的马尾松近熟林研究表明:施肥处理对生长及松脂产量都有影响 ,尤其对马尾松近熟林胸径生长的影响最为显著 ,5 个处理的胸径增长量与 CK 比 ,都达到差异显著水平。杉木中幼龄林计量施肥校验研究表明[2] ,单施 N 肥对胸径生长有明显影响 ,单施 P 肥有利于胸径生长 ,施用 K 肥对生长无显著促进作用。但对尾叶桉幼龄林施肥与不施肥处理 ,生长量差异显著[5]。本研究结果与上述结果不同或部分相同 ,说明施肥处理对树木生长速度的影响十分复杂 ,可能取决于树种、肥料的种类及所施肥的量和时间、施肥的林龄与土壤的肥力状况等因素。

林木施肥是根据林木生理活动对营养元素的需要及土壤供给营养元素的能力 ,人为采取的补充与调节手段;通过施肥增加土壤中缺乏的营养元素 ,并可改变土壤原来的养分比例 ,使

土壤养分在较高的水平上建立新的平衡,从而更有利于林木吸收其所需的养分,满足林木对养分的需要,促进林木的生长。本实验表明对马尾松近熟林施肥可促进其生长,同时不影响所产生木材的材性,甚至部分有所提高。此结果从木材性质的角度,也证明了对马尾松近熟林施肥是可行的。

2.5　生长速度对木材管胞形态和基本密度的影响

对木材生长轮宽度与管胞形态和基本密度的关系分别进行了相关分析。生长轮宽度与早材和晚材管胞长度、早材及晚材管胞宽度的相关系数分别为 0.303 351、0.290 716、0.061 880 及 0.260 246;生长轮宽度与基本密度相关系数为 - 0.009 880。结果表明生长轮宽度与管胞形态和基本密度都不显著相关,说明不同施肥处理对马尾松近熟林的径向生长、管胞形态和基本密度的影响也均不明显。Zobel[6]在总结前人的研究基础上指出,树木生长速度与纤维长度和木材密度之间的相关性,因树种、树龄和地理位置不同而异;有的明显相关,有的不相关。本实验结果说明生长快的树木,在总体上,其木材纤维长度与宽度有所增加,木材密度有微弱下降的趋势。与对 36 个美洲黑杨(*Populus deltoides* Marsh.)无性系基本材性遗传变异的研究结果一致[3],与 Bannister[6]对辐射松(*Pinus radiate* D. Don)研究结果相似,即木材密度与生长速度呈微弱负相关。

3　结　论

(1) 不同营养元素的肥料施肥后的同一年中,对木材管胞长度的影响不同;同一施肥处理在不同年度中,对管胞长度的影响亦异。但早材与晚材的变化趋势相近。施肥后第 1 年优于第 3 年与第 5 年,肥效总体呈下降趋势,但方差分析表明 4 个施肥处理 N、P、K、NPK 与 CK 之间管胞长度的差异不显著。

(2) 施肥后第 1 年,对管胞宽度影响最大的是 P 肥,其次为 N、NPK。施肥后第 3 年,4 个施肥处理后的管胞宽度均比 CK 窄。第 5 年,只有 P 处理的早晚材管胞与 N 和 NPK 肥处理的早材管胞比 CK 宽。施肥对管胞宽度的影响,第 1 年优于第 3、5 年,肥效总体呈下降趋势。方差分析说明 N、P、K、NPK 肥与 CK 之间管胞宽度差异未达显著水平。施肥后木材管胞宽度的变化趋势与上述管胞长度的变化相近。

(3) 施肥后第 1 年,4 种肥料处理的木材基本密度均低于 CK,其中 N 的影响最大。施肥后第 3 年只有 P 处理的基本密度比 CK 略高,其余均低于 CK。施肥后第 5 年,与第 3 年的效应相反,只有 P 处理的基本密度比 CK 低,其余均高于 CK。施肥对基本密度的影响,第 5 年优于第 3 年与第 1 年,肥效总体呈上升趋势。方差分析表明 4 个施肥处理基本密度与 CK 的差异不显著。

(4) 施肥后第 1 年,N、NPK 肥处理的生长轮宽度窄于 CK,但 P、K 处理后生长轮宽度比 CK 宽,其中 NPK 的影响最大。施肥后第 3 年,4 种处理的生长轮宽度均比 CK 增大。施肥后第 5 年,只有 K 处理的生长轮宽度比 CK 小,其余均大于 CK。从施肥对生长速度的影响来看,第 3 年优于第 1 年与第 5 年。方差分析表明 N、P、K、NPK 与 CK 之间生长轮宽度差异未达显著水平。

(5) 生长轮宽度与早、晚材管胞长度、及早、晚材管胞宽度的相关系数分别为 0.303 351、0.290 716、0.061 880 及 0.260 246;生长轮宽度与基本密度相关系数为 - 0.009 880。分析表明

生长轮宽度与管胞形态和基本密度都不显著相关。

参考文献:

[1] 汪炳根,卢立华,何日明. 马尾松近熟林施肥效应效益初步研究[J]. 林业科学研究,1996, 9 (林木施肥与营养专刊):93 98

[2] 吴立朝,吴晓芙,胡曰利,等. 杉木中幼龄计量施肥校验研究[J]. 中南林学院学报, 1992, 19 (2):29 33

[3] 姜笑梅, 张立非, 张绮纹, 等. 36 个美洲黑杨无性系基本材性遗传变异的研究[J]. 林业科学研究, 1994, 7 (3): 253 258

[4] 罗建举,方文彬,代秀珍,等. 施肥处理对尾叶桉材性影响规律的研究[J]. 世界林业研究, 1995, 8 (专刊):336 343

[5] 梁坤南,周文龙. 尾叶桉无性系幼林施肥效应的研究[J]. 林业科学研究,1999,12 (2):127 131

[6] Zobel B J, Buijten J P. Wood Variation —— Its Cause and Control[M]. New York, London, Paris, Tokyo: Spriger-Verlag, Berlin Heidlberg, 1989

Influence of Fertilization with Different Nutrient Elements on the Wood Basic Properties of *Pinus massoniana* in Near-Mature Forest

JIANG Xiao-mei[1], *LUO Xiu-qin*[2], *YIN Ya-fang*[2], *LI Yi-qun*[2] *WANG Bing-gen*[2]

(1. The Research Institute of Wood Industry CAF, Beijing 100091, China;

2. The Research Institute of Forestry CAF, Beijing 100091, China;

3. Experimental centre of Tropical Forestry CAF, Pingxiang 532600, Guangxi, China)

Abstract: Research was conducted on the influence of fertilization with four kinds of nutrient elements on the wood basic properties of *Pinus massoniana* in near-mature forest. The results indicated that there were different effects on wood tracheid length, tracheid width and basic density after different fertilizer treatments in same year or in different years after same fertilizer treatment. In a word, the rule of variety wasn't marked. Results of variance analysis showed that wood tracheid length, tracheid width and basic density in all the treatments were not significantly different to the control treatment (CK). Meanwhile there were not significant correlations between the width of growth ring and tracheid shape, the width of growth ring and basic density. The experiment indicates the fertilizer treatments to near-mature forest of *Pinus massoniana* could not only promote the tree growth but also keep the basic wood properties, even there were some slight improvements in it. This study can provide some references for the application of fertilizer treatment to *Pinus massoniana* in near-mature forest.

Key words: near-mature forest; *Pinus massoniana*; fertilization; wood basic properties